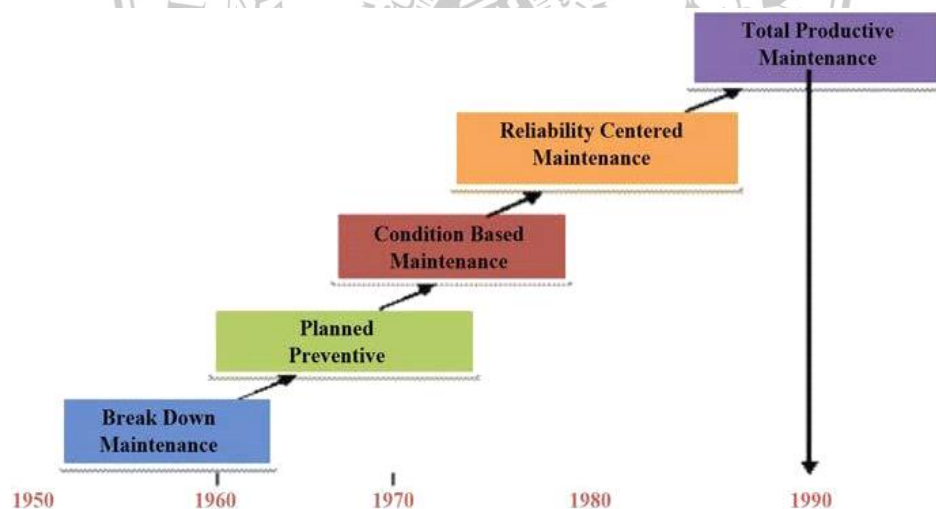


BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Total *Produktive Maintenance*

Total productive maintenance adalah konsep atau filosofi jepang TPM yang dikembangkan atas dasar konsep PRM, Konsep pertama kali diperkenalkan oleh Nippo Denso dari jepang, konsep ini pertama kali diperkenalkan pada perusahaan toyota company japan pada tahun 1971. *Total Productive Maintenance* merupakan pemeliharaan yang inovatif dan pendekatan yang digunakan untuk mengoptimalkan efektifitas peralatan, meminimalisir kerusakan pada alat atau komponen mesin, dan pemeliharaan otonom dengan melibatkan semua pekerja (Aspinwall & Maged Elgharib, 2013).

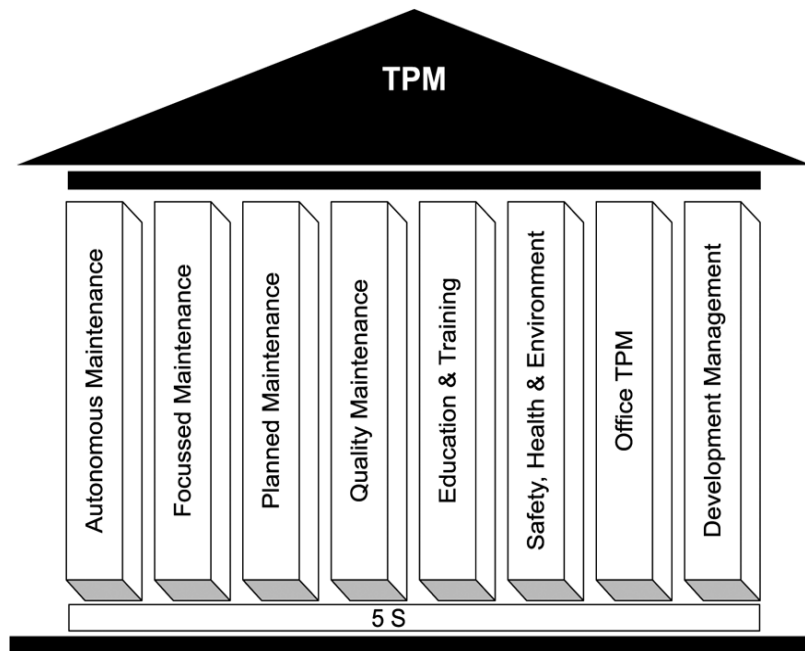


Gambar 2.1 Perkembangan *TPM*

Sumber: Ahuja & Khamba, 2008

TPM berusaha untuk melibatkan pekerja dari semua departemen dan tingkatan dari pekerja. Sampai eksekutif senior untuk memastikan pengoperasian peralatan yang efektif (Aspinwall & Maged Elgharib, 2013).

peran pemeliharaan dalam sistem manufaktur menjadi sangat penting, oleh karena itu hampir semua perusahaan mengadopsi *total productive maintenance* sebagai bisnis profit yang menghasilkan elemen praktek-praktek dasar pelaksanaan *total productive maintenance* sering disebut pilar atau unsur *total productive maintenance*, konsep ini dibangun dan berdiri diatas delapan pilar.



Gambar 2.2 8 Pilar TPM

Sumber: Ahuja & Khamba, 2008

Pengertian 8 pilar *total productive maintenance* sebagai berikut:

- *Autonomus maintenance* atau *jishu hozen*
autonomus maintenance atau *jishu hozen* memberikan tanggung jawab perawatan rutin kepada operator seperti pembersihan mesin, pemberian yang fitif mengidentibersangkutan memiliki rasa kepemilikan yang tinggi, meningkatkan pengetahuan pekerja terhadap peralatan yang digunakannya. Dengan Pilar *Autonomus Maintenance*, mesin atau peralatan produksi dapat

dipastikan bersih dan terlubrikasi dengan baik serta dapat mengidentifikasi potensi kerusakan sebelum terjadinya kerusakan yang lebih parah.

- *Focus improvement* atau *kobetsu kaizen*

membentuk kelompok kerja untuk secara proaktif mengidentifikasi mesin/peralatan kerja yang bermasalah dan memberikan solusi atau usulan-usulan perbaikan. Kelompok kerja dalam melakukan karyawan-karyawan yang bertalenta dalam mendukung kinerja perusahaan untuk mencapai targetnya.

- *Planned maintenance*

Pilar *Planned Maintenance* menjadwalkan tugas perawatan berdasarkan tingkat resiko kerusakan yang pernah terjadi dan tingkat kerusakan yang diprediksikan dengan *Planned Maintenance*, kita dapat mengurangi kerusakan yang terjadi secara mendadak serta dapat lebih baik mengendalikan tingkat kerusakan komponen.

- *Quality maintenance*

Quality Maintenance membahas tentang masalah kualitas dengan memastikan peralatan atau mesin produksi berlangsung. Dengan kemampuan mendeteksi kesalahan ini, proses produksi menjadi cukup handal dalam menghasilkan produk sesuai dengan spesifikasi pada pertama kalinya. Dengan demikian, tingkat kegagalan produk akan terkendali dan biaya produksi pun menjadi semakin rendah.

- *Early equipment management*

Early Equipment Management merupakan pilar TPM yang menggunakan kumpulan pengalaman dari kegiatan perbaikan dan perawatan sebelumnya untuk memastikan mesin baru dapat mencapai kinerja yang optimal. Tujuan dari pilar ini adalah agar mesin atau peralatan produksi baru dapat mencapai kinerja yang optimal pada waktu yang sesingkat-singkatnya.

- *Training dan education*

Training dan Education ini diperlukan untuk mengisi kesenjangan pengetahuan saat menerapkan TPM (*Total Productive Maintenance*). Kurangnya pengetahuan terhadap alat atau mesin yang dipakainya dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan tersebut dan menyebabkan rendahnya produktivitas kerja yang akhirnya merugikan perusahaan. Dengan pelatihan yang cukup, kemampuan operator dapat ditingkatkan sehingga dapat melakukan kegiatan perawatan dasar sedangkan Teknisi dapat dilatih dalam hal meningkatkan kemampuannya untuk melakukan perawatan pencegahan dan kemampuan dalam menganalisis kerusakan mesin atau peralatan kerja. Pelatihan pada level Manajerial juga dapat meningkatkan kemampuan Manajer dalam membimbing dan mendidik tenaga kerjanya *mentoring dan Coaching skills* dalam penerapan TPM.

- *Safety health and environtment*

Pekerja harus dapat bekerja dan mampu menjalankan fungsinya dalam lingkungan yang aman dan sehat. Dalam Pilar ini, Perusahaan diwajibkan untuk menyediakan Lingkungan yang aman dan sehat serta bebas dari kondisi berbahaya. Tujuan Pilar ini adalah mencapai target Tempat kerja yang bebas dari segala kecelakaan.

- *Total productive maintenance office*

Pilar selanjutnya dalam TPM adalah menyebarkan konsep TPM ke dalam fungsi Administrasi. Tujuan pilar TPM pada Administrasi ini adalah agar semua pihak dalam organisasi (perusahaan) memiliki konsep dan persepsi yang sama termasuk staff administrasi (pembelian, perencanaan dan keuangan).

2.2 Definisi Perawatan

Pengertian perawatan (maintenance) adalah suatu konsepsi dari semua aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas peralatan agar tetap berfungsi dengan baik seperti dalam kondisi sebelumnya (Mairess jain & Teonass. 2014).

Dari pengertian diatas dapat ditarik beberapa kesimpulan, bahwa:

- Fungsi perawatan sangat berhubungan erat dengan proses produksi.
- Aktivitas perawatan banyak berhubungan erat dengan pemakaian peralatan, bahan pekerjaan, cara penanganan dan lain-lain.

Perawatan dilakukan untuk perbaikan yang bersifat kualitas, meningkatkan suatu kondisi lain yang lebih baik. Banyaknya pekerjaan perawatan yang dilakukan tergantung pada :

- Batas kualitas terendah yang diizinkan dari suatu komponen sedangkan batas kualitas yang lenih tinggi dapat dicapai dari hasil perawatan mesin.
- Waktu pemakaian mesin yang berlebihan yang dapat menyebabkan berkurangnya kualitas peralatan.

- Dalam hal ini komponen (peralatan) dapat menjadi sasaran terkena tekanan-tekanan, beban pakai, korosi dan pengaruh-pengaruh lain yang bisa mengakibatkan efisiensi sebuah mesin menurun sehingga kerja mesin tidak maksimal.

Tujuan dilakukan kegiatan perawatan (maintenance) adalah sebagai berikut:

- Memungkinkan tercapainya mutu produk dan kepuasan pelanggan melalui penyesuaian, pelayanan (service) dan pengoprasian peralatan secara tepat.
- Meminimalkan biaya total produksi yang secara langsung dapat dihubungkan dengan pelayanan dan perbaikan.
- Memperpanjang waktu pakai suatu mesin atau peralatan.
- Meningkatkan kapasitas, produktivitas, dan efisiensi dari sistem yang ada.

Ada beberapa bentuk perawatan antara lain :

- a. Perawatan ketika mesin berhenti atau rusak secara mendadak (*Breakdown Maintenance*)

Perawatan ini dilakukan ketika mesin rusak secara mendadak, dan untuk memperbaikinya harus disiapkan suku cadang, material, alat-alat dan tenaga kerjanya, Untuk peralatan tersebut tidak perlu diadakan perawatan, karena biaya perawatan lebih besar dari pada biaya kerusakannya. Dalam kondisi khusus ini peralatan dibiarkan beroperasi sampai terjadi kerusakan, sehingga waktu untuk produksi tidak berkurang, Penerapan sistem perawatan ini dilakukan pada mesin-mesin industri yang ringan, apabila terjadi kerusakan dapat diperbaiki dengan cepat.

- b. *Planned maintenance*

Planned Manitenace adalah pemeliharaan yang dilakukan pada selang waktu yang telah direncanakan, *planned maintenance* dapat dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan bagian – bagian lain yang tidak memenuhi kondisi yang bisa diterima ruang lingkup pekerjaan *planned maintenance* yang di dalamnya mencakup. inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan, sehingga peralatan atau mesin-mesin selama beroperasi terhindar dari kerusakan. Secara umum tujuan dari *planned maintenance* adalah:

- Meminumkan *downtime* serta meningkatkan efisiensi mesin atau peralatan.
- Meningkatkan efisiensi dan umur ekonomis mesin/peralatan.

c. *Unplanned maintenance*

Unplanned maintenance adalah pemeliharaan yang dilakukan ketika mesin mengalami kerusakan secara mendadak, termasuk penyetelan dan reparasi yang telah di hentikan untuk memenuhi suatu kondisi yang bisa diterima Dalam perbaikan dapat dilakukan peningkatan-peningkatan sedemikian rupa, sehingga kerusakan mesin tidak menjalar ke kerusakan yang lain dan mengurangi terjadinya *break down time*.

2.3 OEE (Overall Equipment Effectiveness)

Overall Equipment Effectiveness merupakan alat pengukur kinerja mesin (*complete, inclusive, whole*) dalam arti bahwa perawatan dapat bekerja seperti yang seharusnya. OEE juga merupakan *tool* analisa tiga bagian untuk kinerja peralatan berdasarkan *availability, performance efficiency* dan *quality* dari produk atau *output*. (Rajbir,S bhatti & Abhisek Jain, 2015)

Availability rate adalah indikator yang menunjukkan ketersediaan waktu mesin, *availability rate* mengacu pada indikator lama waktu mesin *downtime* dan lama waktu untuk *set up* dan *adjustment* sedangkan *performance rate* mengacu pada indikator yang menunjukkan seberapa sering mesin, *idle*, *stoppage*, dan mesin jalan dengan kecepatan rendah. *Quality rate* adalah indikator untuk seberapa banyak *scrap* atau *rework* sehingga 6 *major losses* nantinya akan terlihat pada nilai OEE untuk masing – masing komponen. Misalkan *Availability rate* nya rendah, maka *improvement* di fokuskan untuk meningkatkan uptime mesin dan mempercepat waktu *setup*. *Performance rate* berfokus pada menghilangkan mesin *idle*, *stoppage*, dan mesin jalan dengan kecepatan dibawah kapasitas normal sedangkan *Quality rate* akan berfokus untuk *Improvement* dalam hal pencegahan produk scrap atau terjadinya *rework*.

Definisi yang ada dapat disimpulkan bahwa OEE merupakan alat bantu yang digunakan untuk menjaga peralatan dalam kondisi ideal dengan menghilangkan *losses* yang dikelompokkan menjadi tiga faktor yaitu *availability rate*, *performance rate* dan *quality rate* untuk selanjutnya dijadikan standart dalam proses perbaikan berkelanjutan.

Nilai *Overall Equipment Effectiveness* diperoleh dari tiga perkalian ketiga faktor OEE, yaitu *availability rate*, *performance rate* dan *quality rate*. Formula perkalian ketiga faktor tersebut adalah sebagai berikut :

$$\text{OEE (\%)} = \text{availability rate(\%)} \times \text{performance rate(\%)} \times \text{quality rate (\%)}$$

Hasil dari formulasi tersebut berupa angka persentase yang menggambarkan tingkat efektifitas penggunaan peralatan, Pada penerapannya

angka ini akan berbeda – beda untuk tiap perusahaan. OEE memiliki nilai minimal sebesar 85%, dengan komposisi sebagai berikut:

- Availability rate lebih besar dari 90%
- Performance rate lebih besar dari 95%
- Quality rate lebih besar dari 99%

2.3.1 Perhitungan Ketersediaan (*availability rate*)

Ketersediaan (*availability rate*) merupakan ketersediaan waktu mesin untuk melakukan proses produksi. Kerugian waktu ketersediaan dipengaruhi oleh breakdown, waktu set up time dan penyetelan.

$$Availability\ rate = \frac{waktu\ tersedia - waktu\ downtime}{waktu\ tersedia} \times 100\%$$

Keterangan :

Waktu Operasi = Waktu bersih alat/mesin bekerja (tanpa kerusakan)

Waktu Loading = Waktu bersih alat/mesin bekerja yang terencana

Jam Henti Mesin = Waktu berhenti mesin yang tak terencana

(Patrick Jonsson & Magnus Leshammar. 1999).

2.3.2 Perhitungan Efektifitas Kinerja (*performance rate*)

Efektifitas kinerja (*performance rate*) adalah perbandingan keluaran produk dari mesin produksi dengan keluaran produk yang direncanakan atau yang diinginkan yang dinyatakan dalam persentase. Kerugian waktu, efektifitas kinerja mengacu pada indikator yang menunjukkan seberapa sering mesin berhenti dan mesin berjalan dalam kecepatan rendah.

$$Performance\ rate = \frac{waktu\ siklus\ ideal - waktu\ jumlah\ output}{waktu\ operasi} \times 100\%$$

Keterangan ;

waktu siklus ideal = lamanya waktu atau kecepatan melakukan setting ulang mesin

Jumlah out put = Banyaknya jumlah produk yang dihasilkan.

Waktu Operasi = Waktu bersih alat/mesin bekerja (tanpa kerusakan)

(Patrick Jonsson & Magnus Leshammar. 1999).

2.3.3 Perhitungan Tingkat Kualitas Produk (*Quality Rate*)

Tingkat kualitas produk (*quality rate*) adalah rasio jumlah produk yang lebih baik terhadap jumlah total produk yang diproses. Kerugian waktu tingkat kualitas adalah indikator yang menunjukkan seberapa banyak produk cacat saat proses produksi.

$$Quality\ rate = \frac{jumlah\ output - jumlah\ produk\ cacat}{jumlah\ output} \times 100\%$$

Keterangan :

Jumlah Produk = banyaknya jumlah produk yang dihasilkan

Jumlah Cacat = banyaknya jumlah produk cacat dalam sistem produksi.

(Patrick Jonsson & Magnus Leshammar. 1999).

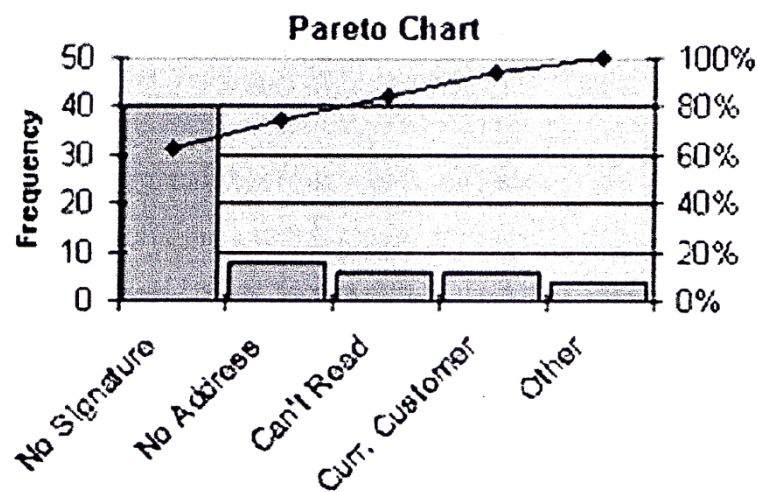
2.4 Diagram Pareto

Diagram pareto (*pareto chart*) adalah diagram yang dikembangkan oleh seorang ahli ekonomi Italia yang bernama Vilfredo Pareto. Diagram pareto digunakan sebagai alat untuk mencari penyebab faktor dominan dari suatu masalah dan membandingkan berbagai faktor penyebab yang disusun menurut prioritasnya, dari yang paling besar sebelah kiri ke yang paling kecil disebalah kanan pada diagram pareto, Susunan tersebut membantu menentukan pentingnya

atau prioritas yang menjadi faktor penyebab kejadian yang dikaji atau untuk mengetahui masalah utama proses.

Kegunaan diagram pareto sebagai berikut :

1. Menunjukkan prioritas sebab-sebab kejadian atau persoalan yang perlu ditangani.
2. Membantu memusatkan pada permasalahan utama yang harus ditangani dalam upaya perbaikan.



Gambar 2.3 Contoh pareto chart

Sumber: climatechange.thinkaboutit.eu

Sumbu *vertical* yang ada di sebelah kiri adalah frequency of occurrence, tetapi hal ini dapat mempresentasikan *cost* atau unit pengukuran lainnya yang cukup penting. Sedangkan sumbu *vertical* yang terdapat pada sebelah kanan adalah presentasi kumulatif dari jumlah total *occurrences*, total *cost*, atau jumlah total dari suatu unit yang diukur, Karena alasan-alasan tersebut disusun dalam urutan yang menurun, maka fungsi kumulatifnya adalah fungsi *concave* atau parabolik cekung.

2.5 Enam Kerugian Utama (*Six Big Losses*)

Tujuan dari perhitungan *six big losses* ini adalah untuk mengetahui nilai efektifitas keseluruhan (*Overall Equipment Effectiveness/OEE*), Dari nilai OEE dapat diambil langkah-langkah untuk memperbaiki atau mempertahankan nilai tersebut. Keenam kerugian tersebut dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu :

1. *Downtime losses*, terdiri dari:

- *Breakdown Losses/Equipment Failure* yaitu kerusakan mesin / peralatan yang tiba-tiba atau kerusakan yang tidak diinginkan tentu saja akan menyebabkan kerugian, karena kerusakan mesin akan menyebabkan mesin tidak beroperasi menghasilkan output. Hal ini akan mengakibatkan waktu yang terbuang sia-sia dan kerugian material serta produk cacat yang dihasilkan semakin banyak.
- *Set up and Adjustment Losses* atau kerugian karena pemasangan dan penyetelan adalah semua waktu *set up* termasuk waktu penyesuaian (*adjustment*) dan juga waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan-kegiatan mengganti satu jenis produk berikutnya untuk proses produksi selanjutnya.

2. *Speed Losses*, terdiri dari :

- *Idling and Minor Stoppage Losses* disebabkan oleh kejadian-kejadian seperti pemberhentian mesin sejenak, kemacetan mesin, dan idle time dari mesin. Kenyataannya, kerugian ini tidak dapat dideteksi secara langsung tanpa adanya alat pelacak. Ketika operator tidak dapat

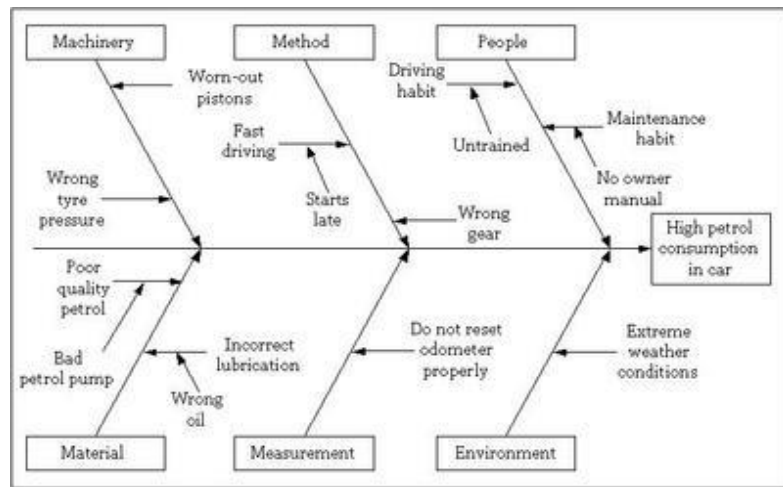
memperbaiki pemberhentian yang bersifat *minor stoppage* dalam waktu yang telah ditentukan, dapat dianggap sebagai *breakdown*.

- *Reduced Speed Losses* yaitu kerugian yang disebabkan karena mesin tidak bekerja optimal (penurunan kecepatan operasi) terjadi ketika kecepatan aktual operasi mesin/peralatan lebih kecil dari kecepatan optimal atau kecepatan mesin yang dirancang.

3. *Defect Losses*, terdiri dari :

- Proses *Defect* yaitu kerugian yang disebabkan karena adanya produk cacat maupun karena kerja produk diproses ulang Produk cacat yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksinya, biaya tambahan untuk pengerjaan ulang dan limbah produksi meningkat. Kerugian akibat pengerjaan ulang termasuk biaya tenaga kerja dan waktu yang dibutuhkan untuk mengolah dan mengerjakan kembali ataupun untuk memperbaiki produk yang cacat. Walaupun waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki produk cacat hanya sedikit, kondisi ini dapat menimbulkan masalah yang lebih besar.
- *Recude Yield Losses* disebabkan meterial yang tidak terpakai atau sampah baku (Khamba & Ahuja, 2008).

2.6 Diagram Sebab Akibat



Gambar 2.4 Ishikawa Chart

Sumber: wikipedia.co.id

Diagram *Fishbone* sering juga disebut dengan istilah Diagram *Ishikawa*. Penyebutan diagram ini sebagai Diagram Ishikawa karena yang mengembangkan model diagram ini adalah Dr. Kaoru Ishikawa pada sekitar Tahun 1960-an. Penyebutan diagram ini sebagai diagram fishbone karena diagram ini bentuknya menyerupai kerangka tulang ikan yang bagian-bagiannya meliputi kepala ikan, Kepala ikan biasanya selalu terletak di sebelah kanan. Di bagian ini, ditulis even yang dipengaruhi oleh penyebab-penyebab yang nantinya di tulis di bagian tulang ikan Even ini sering berupa masalah atau topik yang akan di cari tahu penyebabnya, dan Pada bagian tulang ikan, ditulis kategori-kategori yang bisa berpengaruh terhadap even tersebut. Diagram Ishikawa merupakan suatu alat visual untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan secara grafik menggambarkan secara detail semua penyebab yang berhubungan dengan suatu permasalahan. Diagram ini memang berbentuk mirip dengan tulang ikan, Diagram ini akan menunjukkan sebuah dampak atau akibat dari sebuah permasalahan, dengan

berbagai penyebabnya. Efek atau akibat dituliskan sebagai moncong kepala, Sedangkan tulang ikan diisi oleh sebab-sebab sesuai dengan pendekatan permasalahannya (Ishikawa Kaoru, 1976).

topik yang akan di cari tahu penyebabnya:

- Mengembangkan bagan aliran dari wilayah yang diperbaiki.
- Mendefinisikan masalah yang akan diselesaikan.
- Melakukan sumbang saran untuk menemukan semua kemungkinan penyebab masalah.
- Mengatur hasil sumbang saran dalam kategori yang rasional.
- Membuat diagram sebab akibat yang secara akurat menampilkan hubungan dari semua data setiap kategori.

Diagram sebab akibat yang baik akan memiliki ranting-ranting jika diagram sebab akibat anda tidak memiliki banyak cabang dan ranting lebih kecil, ini menunjukkan bahwa pemahaman masalah yang dangkal Kesempatan adalah anda butuh bantuan sesorang diluar kelompok anda dan untuk membantu dalam pemahaman mungkin sesorang yang kompeten dalam bidang yang sesuai dengan masalah yang ada.

Berikut adalah penjelasan mengenai faktor-faktor yang ada pada diagram ishikawa:

- Manusia: Siapa saja yang terlibat dengan proses
- Metode: Bagaimana proses yang dilakukan dan persyaratan khusus untuk melakukannya, seperti kebijakan, prosedur, aturan, dan perturan hukum
- Mesin: peralatan, dan lain-lain yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan

- Material: Bahan baku, suku cadang
- Pengukuran : Data yang dihasilkan dari proses yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas
- Lingkungan : Kondisi, seperti lokasi, dan budaya di mana proses tersebut beroperasi.

Tidak semua penyebab yang ada di bagian tulang ikan memiliki kontribusi yang sama terhadap even atau permasalahan. Beberapa penyebab memiliki kontribusi yang sangat besar, namun ada juga penyebab yang kontribusinya terlalu kecil, bahkan mungkin hampir tidak ada kontribusi sama sekali Hal yang perlu dilakukan setelah diagram ishikawa selesai dibuat adalah memvalidasi masing-masing penyebab untuk mengetahui seberapa besar kontribusi penyebab tersebut.

